

AG

Best Available Copy

File 351:Derwent WPI 1963-2002/UD,UM &UP=200274 (c) 2002 Thomson Derwent

Set Items Description

? s pn=de 2459531  
S2 1 PN=DE 2459531  
? t s2/3,ab/all

2/3,AB/1  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

001499094

WPI Acc No: 1976-G2015X/ 197628

RC rectangular pulse generator - makes use of operational amplifier with  
resistive and capacitive feedback loops

Patent Assignee: DAIMLER-BENZ AG (DAIM )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 2459531	A	19760701			197628	B
DE 2459531	B	19770929			197740	

Priority Applications (No Type Date): DE 2459531 A 19741217

Abstract (Basic): DE 2459531 A

The rectangular pulse generator employs an operational amplifier (OP) with an inverting and a non-inverting input (-E, +E) and an output (A). A resistor (R1) is connected between the output (A) and the inverting input (-E) of the operational amplifier (OP) with a second resistor (R2) inserted between the supply voltage and the inverting input (-E). A capacitor (C) is connected between the output (A) and the non-inverting input (+E) and a third resistor (R3) is connected between the latter and the supply voltage. A first current (I1) flows from the output towards the capacitor (C) and a second current (I2) flows through the first resistance (R1) the two currents (I1, I2) together equal to the total output current (I3) of the amplifier.

⑤

Int. Cl. 2:

H 03 K 3/28

⑩ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Benutzung

DT 24 59 531 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 59 531

⑫

Aktenzeichen: P 24 59 531.1

⑬

Anmeldetag: 17. 12. 74

⑭

Offenlegungstag: 1. 7. 76

⑮

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱

⑲

Bezeichnung: RC-Rechteck-Generator nach dem Ladestromverfahren

⑳

Anmelder: Daimler-Benz AG, 7000 Stuttgart

㉑

Erfinder: Gumtau, Hanns Dieter, 7051 Neustadt

DT 24 59 531 A1

Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
S t u t t g a r t

Daim 10426/4  
Ut., 13.12.74

RC-Rechteck-Generator nach dem Ladestromverfahren

Die Erfindung betrifft einen RC-Rechteck-Generator nach dem Ladestromverfahren, mit einem an sich bekannten Operationsverstärker mit einem invertierenden und einem nichtinvertierenden Eingang und einem Ausgang.

Es sind viele Schaltungen für Rechteck-Generatoren bekannt. Bei allen diesen Schaltungen ist die Arbeitsfrequenz von mehreren Bedingungen abhängig und nur mit relativ großem Aufwand konstant zu halten.

Bei der klassischen Schaltung der astabilen Kippstufe ist die Arbeitsfrequenz nicht exakt berechenbar und sehr stark temperaturabhängig, ferner wirken sich die Betriebsspannung und die Belastung am Kollektorwiderstand des Ausgangstransistors sowie die Anzahl von sechs frequenzbestimmenden Gliedern (vier Widerstände und zwei Kondensatoren) nachteilig auf die Frequenzkonstanz aus.

Auch bei Verwendung eines Operationsverstärkers als "Schmitt-Trigger", mit einem RC-Glied beschaltet, ist die Arbeitsfrequenz zumindest von der Betriebsspannung, der Triggerschwelle und vom Eingangsstrom der Schaltung abhängig. Sie ist auch temperaturabhängig, weil die Daten des Schmitt-Triggers in die

Frequenzberechnung direkt eingehen. Das Tastverhältnis ist unbekannt und nicht beeinflussbar.

Bei einer mitgekoppelten monostabilen Kippstufe geht ebenfalls die Bauart der Kippstufe in die Frequenzberechnung ein. Auch hier ist das Tastverhältnis nicht bestimmbar, da die Impulsbreite, fast unabhängig von der Periodendauer, sehr klein ist. Bei kleinen Pulsfolgefrequenzen ist das Tastverhältnis sehr ungünstig. Bei den vielen weiteren Schaltungen liegen die Verhältnisse ähnlich. Abhilfe kann man in allen Fällen nur mit relativ großem Aufwand schaffen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Rechteck-Generator mit möglichst konstanter Arbeitsfrequenz zu schaffen, die von inneren und äußeren Bedingungen unbeeinflusst bleibt und in einem möglichst großen Frequenzbereich einsetzbar ist, dabei im Aufbau einfach und preiswert herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zwischen Ausgang und invertierendem Eingang des Operationsverstärkers ein erster Widerstand und zwischen invertierendem Eingang und Bezugspotential ein zweiter Widerstand geschaltet ist und daß vom Ausgang ein Kondensator zum nichtinvertierenden Eingang und von diesem ein dritter Widerstand zum Bezugspotential führt.

Diese Schaltung zeichnet sich dadurch aus, daß die Arbeitsfrequenz lediglich von zwei Komponenten - einem Kondensator und einem Widerstand - bestimmt wird. Wählt man diese beiden Bauelemente in an sich bekannter Weise so aus, daß sich ihre Temperaturkoeffizienten gegenseitig aufheben, so ist die Arbeitsfrequenz weder von der Temperatur noch von der Betriebsspannung oder anderen Bedingungen abhängig. Die Schaltung ist außerdem in einem Frequenzbereich, der nach unten nicht und

und nach oben nur von den Grenzdaten des eingesetzten Operationsverstärkers abhängt, einsetzbar, wobei das Tastverhältnis bei idealen Operationsverstärkern bzw. solchen mit Offsetstromkompensation exakt 1 : 1 ist und bei einem Operationsverstärker ohne Offsetstromkompensation, nur vom Offsetstrom verfälscht, so geringfügig davon abweicht, daß es vernachlässigbar ist. Der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung sind die wesentlichen Merkmale der Erfindung zu entnehmen.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 : eine erfindungsgemäße Schaltung und  
Fig. 2 : die Spannungs-Zeit-Diagramme an den  
Eingängen und am Ausgang des Operations-  
verstärkers.

Die in Fig. 1 dargestellte Schaltung verwendet einen Operationsverstärker mit symmetrischen Betriebsspannungen  $\pm U_B$ , jedoch ist die Erfindung nicht darauf beschränkt. Zwischen Ausgang A und invertierendem Eingang -E eines Operationsverstärkers OP ist ein erster Widerstand  $R_1$  und zwischen dem invertierenden Eingang und dem Bezugspotential 0 Volt ein zweiter Widerstand  $R_2$  geschaltet. Zwischen Ausgang A und Bezugspotential 0V liegt also der aus  $R_1$  und  $R_2$  gebildete Spannungsteiler, dessen Abgriff mit dem invertierenden Eingang verbunden ist, an der Spannung  $U_3$ . Zwischen invertierendem Eingang -E und Bezugspotential herrscht die Spannung  $U_2$ . Vom Ausgang A führt ein Kondensator C zum nichtinvertierenden Eingang +E und von diesem ein dritter Widerstand  $R_3$  zum Bezugspotential 0V. Zwischen +E und Bezugspotential 0V herrscht die Spannung  $U_3$ . Vom Ausgang A fließt ein Strom  $I_1$  in Richtung Kondensator C und ein Strom  $I_2$  in Richtung Widerstand  $R_1$ , zusammen also  $I_1 + I_2 = I_3$ .

Zur Funktionsweise des Generators:

Es sei angenommen, daß der Kondensator C vollständig entladen ist und  $U_3$  die Größe von + A hat (willkürliche Anfangsbedingung!).

Der Kondensator C wird auf  $U_3$  aufgeladen. Der hierbei fließende Ladestrom  $I_1$  wird durch  $R_3$  begrenzt. Die an  $R_3$  abfallende Spannung  $U_1$  ist dem Ladestrom  $I_1$  proportional, wenn der Eingangsstrom  $I_E$  des Rechenverstärkers klein gegenüber dem Ladestrom  $I_1$  ist.

Am nicht invertierenden Eingang + E steht also die Funktion  $U_1 = f(t)$ , wobei die Zeit t nur von der Größe von  $R_3$ , C und  $U_3$  abhängt.

Am invertierenden Eingang - E des Rechenverstärkers steht die Spannung  $U_2$ .

Da  $U_2 = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot U_3$  ist, bleibt  $U_3$  solange auf + A, bis  $U_1$

kleiner als  $U_2$  wird.  $U_1$  wird kleiner als  $U_2$ , wenn das Produkt  $R_3 \cdot I_1$  kleiner als  $U_2$  wird. Dies ist der Fall, wenn der Ladestrom  $I_1$  entsprechend abgesunken ist.

Unterschreitet  $U_1$  diese Schwelle, so überwiegt  $U_2$  und  $U_3$  springt auf - A. Dadurch wird der Kondensator C umgeladen, d. h. der Ladestrom  $I_1$  wird so groß wie zu Beginn des Zyklus, nur hat sich das Vorzeichen umgekehrt. Gleichzeitig kehrt sich das Vorzeichen, nicht der Betrag, von  $U_2$  um.  $U_3$  bleibt zeitlich solange auf + A, als  $U_1$  überwiegt. Sinkt nun das Produkt  $R_3 \cdot I_1$  wieder unter die Schwelle von  $U_2$ , so beginnt der Vorgang von neuem.

5

Es gilt demzufolge, wenn  $I_E \ll I_1$  ist:

$$|U_2| = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot |U_3|$$

$$|U_1| = R_3 \cdot |I_1|$$

oder

$$|U_1| = 2 \cdot |U_3| \cdot e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}}, \text{ da } |U_1| \text{ nach einer e-Funktion}$$

kleiner wird (allg. Ladestromgleichung!).

Da ein Schaltzyklus abgelaufen ist, wenn  $|U_1| = |U_2|$  ist, kann man schreiben:

$$|U_1| = |U_2| = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot |U_3| = 2 \cdot |U_3| \cdot e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}}$$

Es gilt demnach:

$$2 |U_3| \cdot e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot |U_3|$$

geteilt durch  $|U_3|$  wird

$$e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\text{Da } 2t = \frac{1}{f}$$

(t ist ein Entladezyklus!),

$$\text{wird: } \frac{1}{e + \frac{1}{2f \cdot R_3 \cdot C}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{2} \text{ und damit wird}$$

5

Es gilt demzufolge, wenn  $I_E \ll I_1$  ist:

$$|U_2| = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot |U_3|$$

$$|U_1| = R_3 \cdot |I_1|$$

oder  $\frac{t}{R_3 \cdot C}$ , da  $|U_1|$  nach einer e-Funktion kleiner wird (allg. Ladestromgleichung!).

Da ein Schaltzyklus abgelaufen ist, wenn  $|U_1| = |U_2|$  ist, kann man schreiben:

$$|U_1| = |U_2| = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot |U_3| = 2 \cdot |U_3| \cdot e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}}$$

Es gilt demnach:

$$2 |U_3| \cdot e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot |U_3|$$

geteilt durch  $|U_3|$  wird

$$e^{-\frac{t}{R_3 \cdot C}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\text{Da } 2t = \frac{1}{f}$$

(t ist ein Entladezyklus!),

wird:  $\frac{1}{e + \frac{1}{2f \cdot R_3 \cdot C}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{2}$  und damit wird



$$e^{\frac{1}{2f \cdot R_3 \cdot C}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot 2 \quad \text{bzw.}$$

$$\frac{1}{2f \cdot R_3 \cdot C} = \ln 2 \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad \text{oder}$$

$$2f \cdot R_3 \cdot C = \frac{1}{\ln 2 \frac{R_1 + R_2}{R_2}}$$

Aufgelöst nach  $f$  ergibt sich:

$$f = \frac{1}{2 R_3 \cdot C \cdot \ln 2 \frac{R_1 + R_2}{R_2}}$$

, Da  $\frac{R_1 + R_2}{R_2} = V$  bezogen auf + E ist, kann man schreiben:

$$f = \frac{1}{2 R_3 \cdot C \cdot \ln 2V}$$

$\ln 2V$  ist eine Konstante, die ausschließlich von  $R_1$  und  $R_2$  bestimmt wird, wobei die Absolutwerte in die Rechnung nur insoweit eingehen, daß  $I_2$  noch aufgebracht werden kann.

Frequenzbestimmend sind:

$$R_3, C \text{ und } \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Da  $\frac{R_1+R_2}{R_2}$  einen Spannungsteiler darstellt, geht der Absolut-

wert von  $R_1$  und  $R_2$  nicht in die Größe der Frequenz ein.

Die  $T_K$ -Werte von  $R_3$  und  $C$  sind auch dann nicht entscheidend, wenn das Produkt  $R_3 \cdot C$  konstant über die Temperatur ist ( $C$  passend zu  $R_3$ ).

Nicht frequenzbestimmend sind:

Die Betriebsspannung, demzufolge  $U_3$  und die sonstigen Rechenverstärkerdaten, sofern die Grenzbedingungen für  $I_E (\ll I_1)$ , die sog. offene Schleifenverstärkung  $V_0 (> V)$  und der Ausgangsspannungsanstieg ( $\dot{U}_3 = f(t)$ ) eingehalten werden. Mit der Betriebsspannung  $U_B$  ändert sich lediglich die Amplitude von  $U_3$ .

Wahl der Größe von  $\frac{R_1+R_2}{R_2} = V$  :

$V$  muß so groß gewählt werden, daß die "Kippzeit" von  $U_3$  klein gegenüber der Ladezeit von  $C$  ist. Die obere Grenze von  $V$  wird durch die sog. offene Schleifenverstärkung  $V_0$  und die sog. Eingangs-Nullspannungs-Verschiebung  $U_{EOS}$  bestimmt.

Damit ist der durch Versuche bestätigte Beweis erbracht, daß die Frequenz lediglich durch  $R_3$  und  $C$  bestimmt wird, über den ganzen Bereich äußerst konstant ist und von der Temperatur und anderen Bedingungen nicht beeinflusbar ist.

8  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
S t u t t g a r t

8  
Daim 10426/4  
Ut., 9.12.74

Patentanspruch

RC-Rechteck-Generator nach dem Ladestromverfahren, mit einem an sich bekannten Operationsverstärker mit einem invertierenden und einem nichtinvertierenden Eingang und einem Ausgang, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Ausgang (A) und invertierendem Eingang (-E) des Operationsverstärkers OP ein erster Widerstand ( $R_1$ ) und zwischen invertierendem Eingang (-E) und Bezugspotential (OV) ein zweiter Widerstand ( $R_2$ ) geschaltet ist und daß vom Ausgang ein Kondensator (C) zum nichtinvertierenden Eingang (+E) und von diesem ein dritter Widerstand ( $R_3$ ) zum Bezugspotential (OV) führt.

Fig.1

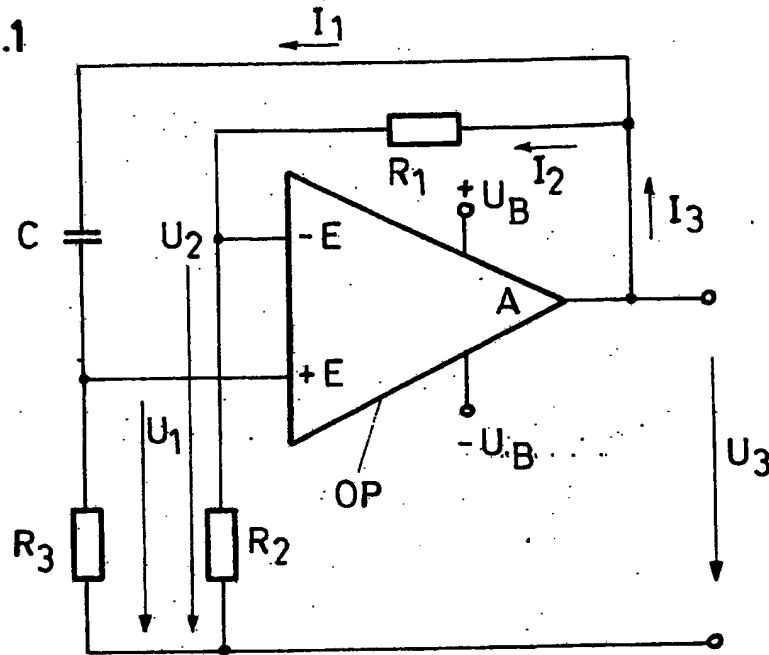
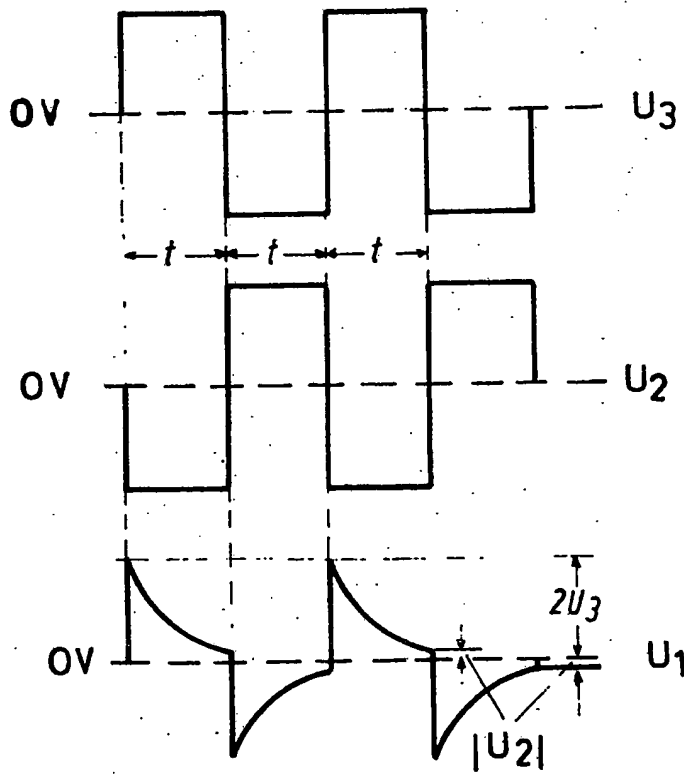


Fig.2



ORIGINAL INSPECTED

609827/0333

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**